Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Die jüngeren Verbiegungen in den Ostalpen und ihr Ausdruck im Schwerebild

Von

Fritz Kautzky

(Mit 1 Textfigur und einer Karte)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Juli 1924)

Die Schwereverhältnisse in den Alpen zeigen vom Vorland gegen die Achse zu ein stetiges Wachsen von Minusanomalien, die von dort gegen Süden steil in ein Gebiet minderen Schweredefekts oder selbst in Plusanomalien übergehen. Die starken Minusanomalien werden von Heim (7) und Kossmat (10) auf die durch den intensiven Zusammenschub hervorgerufene Verdickung leichteren salischen Materials zurückgeführt, das gleich einem Eisberg in die schwereren darunterliegenden Massen eintaucht. Dort, wo der alpine Strang besonders eingeengt ist, der Zusammenschub also am stärksten ist, liegen auch die größten Schweredefekte.

Neben dieser durch den SN-Schub erzeugten Schweredifferenzierung, die einen dem Streichen des Gebirges folgenden Verlauf der Isogammen bewirkt, lassen sich auch solche erkennen, die epirogenetischer Natur sind. Die epirogenetischen Bewegungen lösen sich nicht in Faltungen, sondern in Verbiegungen aus. Ampferer (1) charakterisiert den tiefgreifenden Unterschied zwischen Faltung und Verbiegung folgendermaßen: »Ein- und Aufbiegungen dürfen nicht mit den Mulden und Sätteln einer Faltung verwechselt werden, wenngleich manchmal eine äußerliche Ähnlichkeit besteht. Bei der fortschreitenden Faltung rücken die Knotenpunkte derselben immer näher aneinander, bei der fortschreitenden Verbiegung bleiben sie angenähert in denselben Entfernungen voneinander Die Verschiebungen der Massenteilchen erfolgen bei Verbiegungen in vorherrschend vertikaler Richtung.« Wie sich im Laufe der Ausführungen ergeben wird, haben die Verbiegungen ihren Ursprung in Bewegungen des tieferen Untergrundes. Eine Aufbiegung bringt daher die schwereren Massen in ein höhereres Niveau, eine Einbiegung in ein tieferes. Eine Aufbiegung wird einen höheren Schwereanomaliewert in der Plusrichtung, eine Einbiegung einen tieferen Wert in der Minusrichtung ergeben. (In dieser Arbeit wird ausschließlich die Bouguersche Reduktion $g_0''-\gamma_0$ (3) verwendet.) Diese Gegensätze können noch durch eine stärkere Abtragung im Aufbiegungsgebiet und eine stärkere Sedimentation im Einbiegungsgebiet verschärft werden.

Kober (9) erkennt regionaltektonisch in den Beziehungen der Alpen zum Vorland in dem hier behandelten Gebiete die Antiklinorien des Schwarzwaldes und der böhmischen Masse, dazwischen liegt das Synklinorium der schwäbischen Alb. Die helvetische Kulmination in den Alpen ist die Fortsetzung der Schwarzwaldkulmination, die Semmeringkulmination der des böhmischen Massivs. Dieser Großbau läßt sich im Schwerebild deutlich

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

erkennen. Das Schwarzwaldgebiet hat Plusanomalie, von dort quer auf die Alpen über das Aar- und Gotthardmassiv und die Tessiner Alpen bis zum Gebiet von Ivrea zeigen die Isogammen eine Hebungszone an (vgl. Kossmat (10), p. 12). Das Auftreten der unteren penninischen Decken in den Tessiner Alpen und das Auftreten der Zentralmasse des Aargebietes ist wohl auf diese N—S-Aufwölbung zurückzuführen. Westlich im Wallis und östlich davon in Graubünden liegen Schweresynklinen; ebenso treten im O und W des Schwarzwaldantiklinoriums die Minusanomalien bogenförmig weit ins Vorland hinaus. Im Inneren der Alpen scheinen östlich der Hebungszone die tiefen Minusanomalien bis über das Gebiet der Tauern hin anzuhalten. Im Vorland trifft man gegen das böhmische Massiv zu an der Linie Obernberg(bei Schärding)—Gmunden eine Grenze, an der eine starke Hebung der Isanomalen beginnt. Diese erreicht zwischen St. Pölten und der Gegend von Brünn ihre Kulmination und scheint erst östlich von Krakau wieder in ein Synklinorium überzugehen. In den Schwereverhältnissen drückt sich auch die verschiedene geologische Stellung der Antiklinorien des Schwarzwaldes und des böhmischen Massivs aus.

Gegenüber dem Schwarzwald sind die Alpen stark zusammengepreßt und weisen tiefe Minusanomalien auf; gegenüber dem böhmischen Massiv treten Alpen und Dinariden auseinander; das ungarische Zwischengebirge schiebt sich ein; es zeigt sich eine allgemeine Abnahme der Schweredefizite. Die in atlantischer Richtung verlaufenden Großantiklinalen und -Synklinalen sind nach Kober (9) pliozänen Alters, da das Miozän noch in die Linien einbezogen ist.

Neben diesen großen Verbiegungen finden sich in dem untersuchten Gebiet in größerer Zahl junge Verbiegungen von minder großem Ausmaß, denen in letzter Zeit immer größere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Besonders die jungen transversalen Verbiegungen drücken sich nun im Schwerebild sehr deutlich aus. Da das Schwerenetz (3) in dem untersuchten Gebiet nicht sehr dicht ist und im größten Teil der Zentralzone Schweremessungen fehlen, anderseits aber auch die Kenntnis der jungen Verbiegungen noch nicht weit vorgeschritten ist, kann von einer auch nur halbwegs erschöpfenden Darstellung der Beziehungen zwischen beiden Phänomenen nicht die Rede sein. Aber auch die bloße Feststellung von Zusammenhängen ist geeignet, ein neues Licht sowohl auf die Natur der Schwereanomalien als auch auf die der Verbiegungen zu werfen. In den Schwereanomaliewerten liegen zahlreiche Fehlerquellen [vgl. Born (2)], so, daß das Herausgreifen einzelner Werte leicht zu falschen Schlüssen führen kann. Lassen sich jedoch ganze Gebiete einer bestimmten Größenordnung der Schwereanomalie von Gebieten einer anderen Größenordnung unterscheiden, so müssen tatsächliche Anomalieunterschiede zum Ausdruck kommen.

Ich beginne im inneralpinen Wiener Becken, da hier das Schwerenetz ziemlich dicht und dieses Gebiet besonders durch

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Arbeiten von Hassinger (5), (6) geomorphologisch gut durchgearbeitet worden ist. Hassinger (6), p. 169, erkennt die tektonische Bedeutung von NW—SO gerichteten Tiefenlinien für die Ausbildung der Großformen der Landschaft im Wiener Becken. Alpen und Karpathen erscheinen an einer NW—SO-Senke voneinander gelöst. Man erkennt Tiefenlinien zwischen Rosaliengebirge—Leithagebirge (Ödenburger Pforte), Leithagebirge — Hainburger Berge (Brucker Pforte), Hainburger Berge—Thebener Kogel (Porta hungarica), Thebener Kogel—Kleine Karpathen (Blumauer Pforte), Kleine Karpathen—Weiße Karpathen (Miavische Senke).

Im Weinviertel: Bisamberg—Leiser Berge, Leiser Berge—Falkensteiner Klippen, Falkensteiner Klippen—Pollauer Berge, Thaya-Durchbruch—Steinitzer Wald. Auffällig ist auch die gleichgerichtete NW—SO-Anlage der Bäche des Weinviertels. Für die Verfolgung von transversalen Verbiegungen im N-Teil des Wiener Beckens ist die Arbeit von Petrascheck (12) von Bedeutung: p. 261; »Vielleicht schon in der Gegend von Austerlitz beginnend, jedenfalls aber weiter östlich in der Gegend von Mährisch-Weißkirchen haben wir eine quer aufs Streichen der Karpathen verlaufende junge Hebungszone vor uns, in der die miozäne Auflagerung der Karpathenfalten auf weite Strecken denudiert ist ., p. 262. Das inneralpine Wiener Becken endet bemerkenswerterweise in jenen Gegenden, in denen die Aufwölbungszone einsetzt.« Auch Hassinger (6), p. 189, erklärt das Vorhandensein pontischer Uferlinien in Nordmähren beim Fehlen von pontischen Ablagerungen im Beckengrund dadurch, daß das südmährische Becken tiefer eingesunken ist als das nordmährische und daher in Nordmähren eine vermehrte Ausräumung junger Ablagerungen stattfand. Nach Petrascheck (12), p. 262, steht die nordmährische Aufwölbungszone im Gegensatz zur weiteren Umgebung von Mistelbach, wo inner- und außeralpines Becken miteinander zu verschmelzen scheinen. Kehren wir zum inneralpinen Wiener Becken südlich der Donau zurück. Die obermiozäne Strandlinie am Rand des nordöstlichen Wienerwaldes hat eine Einbiegung erfahren, die Flyschzone ist in diesem Gebiet gegenüber der Kalkzone eingesunken; der Klosterneuburger Durchbruch der Donau ist auf diese Einbiegung zurückzuführen [Hassinger (5), p. 197]. Der unmittelbar südlich der Donau gelegene Abschnitt des Wiener Beckens ist die »reif zerschnittene Akkumulationsebene«, sie entspricht einer Senkung [Hassinger (5), p. 187]; es folgt gegen S in der Ebene eine Ausräumungszone, »die nasse abgetragene Erosionsebene«, an die sich weiter im S das Steinfeld, »die trockene, wenig zerschnittene Akkumulationsebene anschließt«, diese entspricht wieder einer Senkungszone, und zwar ist das südliche Wiener Becken seit dem Pliozän stark nachgesunken. Südlich der Schwarza sind Anzeichen für eine Hebungszone vorhanden [Hassinger (6), p. 171]. Betrachten wir nun die Schwereverhältnisse in diesem Gebiete. Eine der auffälligsten Erscheinungen ist wohl die, daß der Ostabbruch der Alpen im Wiener Becken, die Thermenlinie,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

im Schwerebild nicht zum Ausdruck kommt; die Isanomalen verlaufen quer auf die Thermenlinie. Dagegen ist der Ostrand des Wiener Beckens gravimetrisch zu erkennen. Vom Rosaliengebirge erstreckt sich über das Leithagebirge in die Kleinen Karpathen eine Zone höherer Anomaliewerte, verglichen mit den entsprechenden Abschnitten des Beckens selbst. Der südliche Teil des Wiener Beckens zwischen Gloggnitz — 30, Wr.-Neustadt — 28 und Sollenau — 16 ist ein deutliches Defizitgebiet, welches sich quer durch die Alpen über St. Ägyd — 22 und Gutenstein — 20 bis Lilienfeld — 11 verfolgen läßt. Das Rosaliengebirge und das Gebiet von Ödenburg haben Plusanomalien (Schwarzau + 21, Ödenburg + 21). Die Wr.-Neustädter—Ödenburger Pforte scheint gravimetrisch eine Einbiegung zwischen Rosaliengebirge und Leithagebirge (Eisenstadt + 18) zu sein:

Wr.-Neustadt — 28, Vulka-Prodersdorf + 3. Nordöstlich des Defizitgebietes des Steinfeldes folgt ein Plusanomaliegebiet, welches die nasse abgetragene Erosionsebene einnimmt: Leobersdorf + 3, Traiskirchen + 14, Unter-Waltersdorf + 10, Mödling + 7, Biedermannsdorf + 40. Dieses Aufbiegungsgebiet setzt sich sowohl gegen SO ins Leithagebirge: Eisenstadt + 18, Kaisereiche + 18, Hof + 38, Purbach + 72, als auch gegen NW in die Alpen fort: Schöpfl — 5, Alland + 10, Preßbaum + 15.

Die von Götzinger und Vetters (17) in der Gegend von Neulengbach beobachteten Querstörungen dürften mit dem in dieser Gegend durchziehenden Schweregefälle zusammenhängen. In diesem Plusgebiet findet sich ein kleines Minusgebiet in der Bucht von Gaaden — 26 (der niedrige Pluswert von Mödling hängt wohl mit der Nachbarschaft dieses Minusgebietes zusammen). Der NO-Teil der Aufbiegung weist höhere Pluswerte auf als der SW-Teil. Längs der Tiefenlinie des Donaulaufes folgen wieder Minusanomalien: Himberg — 9, Laaerberg — 16, Wien — 9, Orth — 20; diese setzen gegen NW in die Flyschzone fort: Hermannskogel — 5. Auch die Brucker Pforte weist gegenüber dem Leithagebirge und den Kleinen Karpathen etwas niedrigere Plusanomalien auf: Bruck + 33, Wolfstal + 35. Nordöstlich dieser Einbiegung folgt eine schwache Aufbiegung: Wolkersdorf + 3, Markgrafneusiedl — 15, Marchegg — 11. In der Fortsetzung dieser Aufbiegung gegen NW liegen die Leiserberge, gegen SO hat Preßburg + 42; Hassinger (6), p. 192, hält es für möglich, daß durch die Porta hungarica eine Aufbiegungswelle verläuft. Weiter im NO liegt das im inneralpinen Becken nördlich der Donau gravimetrisch tiefste Gebiet: Dürnkrut — 33, Hohenau — 28; im NW davon findet sich die breite Lücke zwischen den Leiserbergen und den Falkensteiner Klippen. Die Fortsetzung gegen SO ist mangels Schweremessungen vollkommen unbestimmt; ich (8) möchte aus Gründen der Erdbebenverbreitung vermuten, daß sie in der Gegend von St. Georgen die Kleinen Karpathen durchzieht. Im NO dieser starken Einbiegung steigen die Schwereanomalien: Feldberg — 9, Göding — 4, Skalitz — 6, Szenicz + 24; hier beginnt die

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aufwölbungszone Petraschecks, das Wiener Becken endet. Die Schwereverteilung fügt sich ungezwungen in die durch Hassinger und Petrascheck auf Grund geomorphologischer Ergebnisse und aus der Verteilung der jungen Sedimente gewonnenen Erkenntnisse ein.

Südlich der Schwarza im Wiener Becken beginnt eine Aufbiegungswelle [Hassinger (6), p. 192]. Für die Frage nach Verbiegungen im Semmering- und Mürztalgebiet ist eine Arbeit J. Sölchs (14): »Das Semmeringproblem« von Bedeutung. Die auf Grund geomorphologischer Betrachtung gewonnene Entwicklungsgeschichte der in Frage kommenden Landschaft ist (p. 29): 1. Niedersinken der Zentralalpen im Vergleich zu den Kalkalpen. 2. Weiteres Niederbrechen an der Ostseite auf die Höhe des Semmeringer und Raacher Niveaus und der entsprechenden Mürztaler Niveaus. 3. Jüngste Einbrüche im Mürztal, Gloggnitzer Bucht und Wiener Becken überhaupt, mit der sich eine Aufbiegung quer zum Streichen des Gebirges im Semmeringbereich, eine Einbiegung weiter westlich etwa im Profil Schneealpe—Teufelstein verband, welch letztere sich besonders deutlich durch die Gipfelhöhen: Hochlantsch 1722 *m*, Teufelsteingebiet unter 1500 *m*, Stuhleck 1783 *m* ausdrückt. Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Dr. Winkler sinken im Wechselgebiet die Terrassen von Friedberg gegen Hartberg. Die Verbreitung und verschiedene Höhenlage der Sinnersdorfer Konglomerate im Wechselgebiet sind Winklers Deutung (15), p. 294 gemäß, bedingt durch eine Hebung des Wechsels nördlich von Mönichkirchen. Die Frage der jüngeren tektonischen Bewegungen im Grazer Becken hat Winkler (16) zusammenfassend behandelt (p. 27): die pontischen und postpontischen Bildungen sind auf den nördlichen Teil der steirischen Bucht beschränkt; die Grenze zwischen dem sarmatischen Untergrund und den pontischen Schichten in der Oststeiermark entspricht einer flachen Verbiegung. Der Nordteil der steirischen Bucht ist eine Senkungsmulde, der Südteil eine große Aufwölbung, die Grenze zwischen beiden verläuft von Fernitz über Kirchbach, Gnas, Gleichenberg und St. Anna. Vom Hochstraden gegen S sinkt die Landschaft gegen die Murebene (tektonische Depression nördlich Mureck—Radkersburg) stark ab. Die Schwereanomalieverteilung in diesen Gebieten entspricht dem von Sölch und Winkler gewonnenen Bild von jüngeren Verbiegungen. Der Wechselrand und das Semmeringgebiet zeigen gegenüber dem anschließenden Teil des Wiener Beckens ein deutliches Herausheben der Anomalien, unterbrochen durch die Minusanomalien des Einbruchgebietes Gloggnitz — 30 und Schottwien — 32: Schwarzau + 21, Neunkirchen — 1, Semmering — 19, Reichenau + 4, Aspang + 6. An diese Hebungszone schließt sich mit steilem Gefälle die Mulde des Mürztals: Mürzzuschlag — 52, Krieglach — 65, Kindberg — 65, die sich in der Gegend von St. Marein — 51 und Bruck — 52 wieder heraushebt; diese Aufbiegung wird durch die Lage des Schöckl + 12 und von Lassing — 1 besonders deutlich. Der nördliche

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Teil der steirischen Bucht wird von Minusanomalien eingenommen: Gleisdorf — 34, Studenzen — 41, Fehring — 6; diese setzen, einen schmäler werdenden Trog bildend, im N und S von Plusanomalien begleitet bis Ajka am Rand des Bakony fort. Die Aufwölbungszone südlich dieser Mulde ist durch St. Gotthard + 58, Hochstraden + 18, Kalsdorf + 7 bestimmt, sie hängt wohl gegen W mit dem Antiklinalgebiet Laßnitz—Schöckl zusammen. Südlich dieser Aufbiegung folgt die von der Mur durchflossene Einbiegung Spielfeld — 18, Mureck — 28, Jahring — 6, an die sich wieder südlich eine Aufbiegung Marburg + 8, Zellnitz + 14 anschließt.

Nach Ampferer (1) lassen sich Ein- und Aufbiegungswellen in einem Flußtal daran erkennen, daß eine Einbiegung einer Aufschüttungszone, einer Klammstrecke eine Aufbiegung entspricht. Im Inntal findet sich daher zwischen Telfs und Wörgl eine Einbiegung, die westlich von Telfs am Tschirgant und östlich von Wörgl im Querdurchbruch von Kufstein wahrscheinlich von Aufbiegungen begleitet wird. Ebenso entspricht im Salzachtal die Gegend von Zell am See und das Pinzgau einer Einbiegung, die Salzachenge zwischen Bruck-Fusch und Schwarzach- St. Veit einer Aufwölbung; im Ennstal zwischen Radstadt und Gröbming eine Aufbiegung, von Gröbming bis Admont eine Einbiegung, an die sich ostwärts die Aufbiegung des Gesäuses und des Querdurchbruchs der Enns anschließt. In der Gegend des Inntals liegen die Schweremessungen fast nur im Tal selbst. Die von Ampferer (1) vermutete Grenze zwischen Ein- und Aufbiegung in der Gegend von Telfs scheint sich im Schwerebild gut auszudrücken: Imst — 85, Silz — 96, Telfs — 134; bei Zirl — 117 läßt sich eine schwache Aufbiegung vermuten; eine stärkere Einbiegung wieder bei Innsbruck — 158, bei Fritzens — 104 eine ziemliche kräftige Aufbiegung, zwischen Jenbach — 140 und Wörgl — 139 eine Einbiegung und schließlich ein Herausheben der Anomalien bei Kufstein — 115 und Fischbach — 80. Im großen betrachtet stellt aber das ganze Gebiet eine große Schweresynkline dar, denn von Imst an laufen die Isanomalen in ONO-Richtung, erreichen bei Kufstein ihren nördlichsten Punkt und scheinen dann gegen das Salzachtal in ONO-Richtung zu verlaufen. Im Gebiete des Salzach- und Ennslängstales fehlen Schweremessungen. Sicherlich entspricht der Querdurchbruch des Ennstales einer Aufbiegung, denn sowohl östlich als auch westlich von Altenmarkt — 40, Losenstein — 25 finden sich tiefere Minuswerte: Windisch-Garsten — 81, Kirchdorf — 38 und Lassing — 69, Waidhofen — 59. Östlich dieser Aufbiegung folgt die Schweremulde von Waidhofen — 59, die sich bei Gresten — 41 und Neuhaus — 41 herauszuheben beginnt. Bei Frankenfels + 7, östlich von Gresten, liegt ein deutlicher Schweresattel; ob dieser mit der Aufwölbung bei Reichenau + 4 zusammenhängt, läßt sich mangels Messungen nicht entscheiden. Brückner (4) schließt aus der verschiedenen Höhenlage einer alten Landoberfläche, daß der Ötscher 300 bis 400 *m* gegenüber dem im Süden davon liegenden Eisernen Herrgott, Vetzl und Burgriegel gehoben ist. Die weiter

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gegen O folgende flachere Synklinale von Lilienfeld und das Antiklinalgebiet bei Neulengbach wurden schon beim inneralpinen Becken behandelt.

Eine interessante Queraufwölbung läßt sich nach den allerdings nur auf das Drautal beschränkten Schweremessungen im Gebiet von Bleiburg erkennen: Pörtschach — 56, Grafendorf — 58, Kühnsdorf — 25, Bleiburg — 16, Unter-Drauburg — 44, Hohenmauthen — 34. Nach Winkler (15), p. 275, hat sich die Koralpe in ihrem SW-Teil im Miozän um mehr als 100 *m* emporgewölbt. Der Rücken der Koralpe verläuft nordsüdlich, sie entspricht einer gegen W ansteigenden Platte. Nach Slanar (13), p. 281, ist der Sau- und Seetaler Alpenblock eine gegen O ansteigende Einebnungsfläche. Kombiniert man diese Ergebnisse mit dem Schwereprofil längs der Drau, so erhält man im Raume Bleiburg—Koralpe, Kühnsdorf—Saualpe eine große Aufwölbung mit einer NS-Achse, die Störung des Lavanttales ist ein Scheitelbruch. Dies ist ein Bild, wie es Schwarzwald—Rheintal—Vogesen im großen darbieten.

In der ungarischen Ebene erkennt Hassinger (6), p. 177, eine junge tektonische Senkung des Neusiedler Sees und des Hansäg. Sie kommt im Schwerebild deutlich zum Ausdruck. Umgeben von höheren Schwerewerten Purbach + 72, Ödenburg + 21, Zinkendorf + 14, Kapuvar + 15, Totis + 20, Neuhäusel + 24, Galánta + 23, Preßburg + 42, Wolfstal + 35 liegt eine flache von Rust bis Komorn, sich in O—W erstreckende Schweremulde: Rust — 8, Raab — 13, O-Gyalla — 5, Dunaszerdahely + 2, Ung.-Altenburg + 1.

Zwischen Vorland und Alpen ergeben sich gravimetrisch zahlreiche Beziehungen. Dort, wo das Faltengebirge nahe an das böhmische Massiv herantritt, treten im Vorland und in den Randteilen des böhmischen Massivs starke Schwereantiklinalen auf, die gegen das Innere des Massivs wieder in Gebiete minderer Schwereanomalie übergehen. Diese Aufwölbungen verlaufen ungefähr dem Streichen des Faltengebirges parallel. Eine solche Antiklinale liegt in der Gegend von St. Pölten: Melk + 34, St. Pölten + 39, Tulln + 39; eine andere in der Gegend von Brünn: Raigern + 46, Tischnowitz + 31, Wischau + 38; diese Aufwölbung setzt schwächer werdend längs des ganzen mährischen Gesenkes fort.

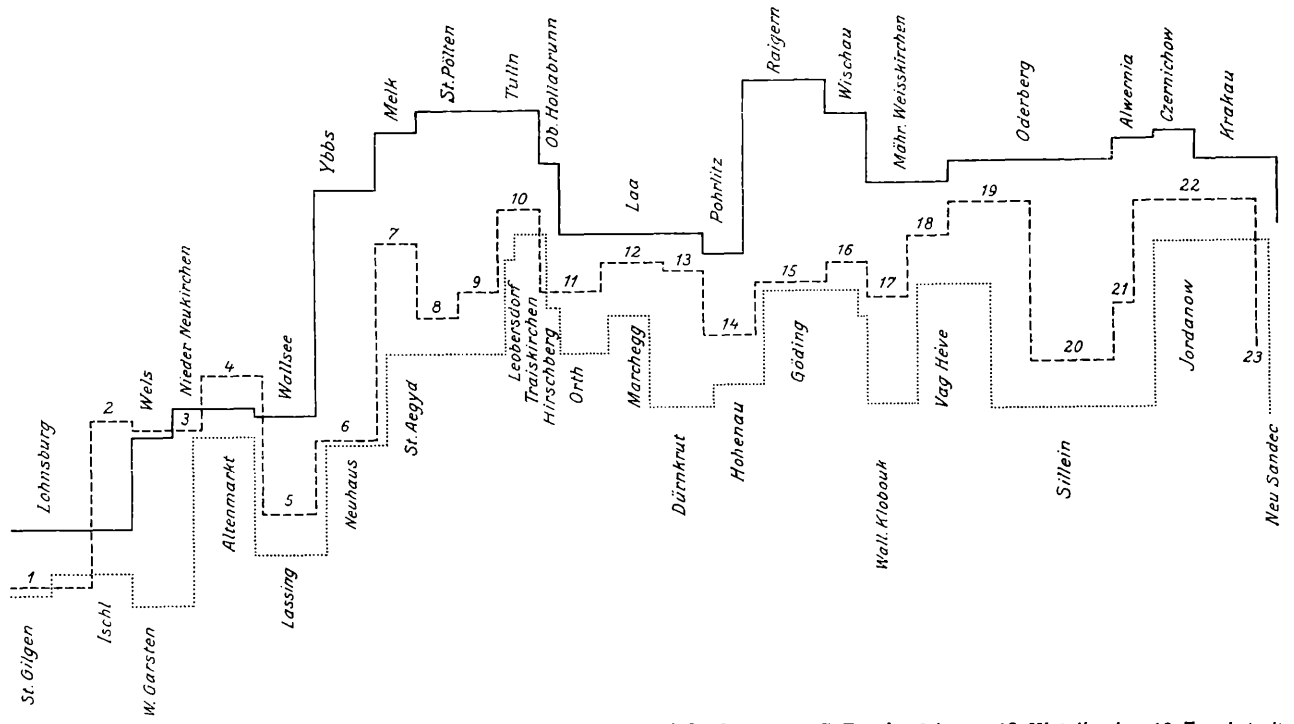
In den Gegenden, wo die außeralpine Ebene breiter wird, vermindern sich die Minuswerte des Orogens im Vorland und im böhmischen Massiv nur ganz allmählich. Ein solches Gebiet findet sich westlich von Ybbs, ein zweites zwischen Bisamberg und Marsgebirge. Die Schwerewerte des Vorlandes stehen aber auch, wie aus dem Diagramm ersichtlich, in deutlicher Beziehung zu den Querverbiegungen des Orogens. Auf die Westgrenze des großen böhmischen Antiklinoriums Obernberg—Ischl habe ich schon eingangs aufmerksam gemacht. Es folgt gegen O ein Gebiet mittleren Schweredefizits Gmunden—Losenstein, dem ähnliche Werte im Vorland entsprechen. Der Schweretrog von Waidhofen — 59 ist vielleicht durch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die gegenüber der Umgebung etwas tieferen Werte von Wallsee — 35 und Zell — 41 im Vorland ausgedrückt. Der plötzlichen Aufwölbung am Rand des böhmischen Massivs zwischen Ybbs und Tulln entspricht die Schwereantiklinale von Frankenfels und von Neulengbach, wobei sich der dazwischen liegende flache Schweretrog von Lilienfeld im Vorland nicht ausdrückt. Die höheren Schwerewerte von Oberhollabrunn + 26 und Horn + 21 deuten ebenfalls die Quernatur dieser Aufbiegung an. Dem Defizittrog der inneralpinen Ebene nördlich der Donau entspricht ein breites Gebiet geringer Schwereanomalie zwischen Oberhollabrunn und Seelowitz + 24, das weit ins Massiv eingreift. Über die Gegenden östlich davon berichtet Petrascheck (12), p. 268: »Dort, wo in der mährischen Pforte die Sudeten dicht an die Karpathen herantreten, findet sich eine Aufwölbungszone; eine zweite liegt in der Gegend von Krakau, wo die oberschlesisch-polnische Platte am weitesten an die Karpathen herantritt. Es werden nämlich von dort sowohl gegen O als auch gegen W die bei Krakau nur dünnen, vielfach unterbrochenen neogenen Ablagerungen mächtiger.« — Wir haben in den Karpathen eine starke Aufwölbung im Gebiet von Galánta + 23, Szenicz + 24, Waag + 27, Teplitz + 20, Nyitra-Zsámbokrét + 49, zwischen der ein flacher Trog: Miava + 3, Pöstyen + 19, Tapolcsány + 17 liegt; diese Antikline entspricht ihrer Lage nach ganz der Aufwölbung östlich von Brünn und des mährischen Gesenkes. Östlich davon liegt im Raume von Sillein eine deutliche Quereinsenkung: Sillein — 34, die sich gegen S über Privigye + 1 bis Kremnitz — 4 und Schemnitz — 18, gegen N über Csácsa — 14, Jablunkau + 9 und Saybusch — 9 bis Teschen — 23 fortsetzt. [Der tiefe Schwerewert von Sillein — 34, der sich in einem schmalen, im Streichen des Gebirges verlaufenden Schweretrog über Wall.-Klobouk — 33, Ungarisch-Brod — 11 bis Gaya — 37 fortzusetzen scheint, entspricht wahrscheinlich dem ursprünglichen orogenen Bau, vgl. Kossmat (10).] Östlich dieser Einbiegung folgt eine Aufbiegung, die sich von Krakau + 26, Czernikow + 33, Alwernia + 31 über Sucha + 16 bis Jordanow + 6 gegen S nachweisen läßt. Daran schließt sich im Osten eine Einbiegung Limanowa — 19 und Neu-Sandec — 36.

Außer den Querverbiegungen wurden in den Alpen auch junge longitudinale Aufwölbungen nachgewiesen [vgl. besonders F. Machatscheck (11), p. 280ff.], die anscheinend ein ganz gewaltiges Ausmaß erreichten, p. 285: »Die gesamtalpine Aufwölbung wurde im Bereich der großen Längstalzone zwischen Kalk- und Gneißzone durch eine Einmuldung unterbrochen, so daß auf die asymetrische Geoantiklinale der Kalkalpen (der Scheitel derselben liegt nah dem Südrand derselben) eine sehr flache Geosynklinale infolge Abschwächung der Hebung und dann eine neuerliche Aufwölbung in den Gneißalpen erfolgt ist.« Eine epirogenetische Aufwölbung in den Alpen muß eine Abschwächung der ursprünglich stärkeren Minusanomalien zur Folge haben. Da das Vorland nicht oder nur unbedeutend an der epirogenetischen alpinen Aufwölbung teilgenommen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



Figur 1.

Schwereprofil:

1 St. Georgen	7 Frankenfels	13 Mistelbach	19 Frankstadt
2 Gmunden	8 Lilienfeld	14 Maydenberg	20 Teschen
3 Kirchdorf	9 Schöpfl	15 Klobouk	21 Saybusch
4 Losenstein	10 Pressbaum	16 Welehrad	22 Sucha
5 Waidhofen	11 Hermannskogel	17 Zlin	23 Limanowa
6 Gresten	12 Wolkersdorf	18 Bistritz	

——— Vorland
im Orogen in der Nähe des Randes gegen das Vorland
im Orogen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hat, muß eine Abschwächung der Schwereunterschiede zwischen Alpen und Vorland eintreten; darauf beruht wohl die sonst unerklärliche Tatsache, daß die Grenze zwischen Vorland und Orogen heute im Schwerebild nicht mehr erkennbar ist. Dadurch, daß die zentralen Teile der Alpen stärker aufgewölbt wurden als die randlichen, werden auch innerhalb des Orogens die Schwereunterschiede verwischt. Ausdrücken muß sich aber im Schwerebild als tieferer Minuswert die flache Einbiegung zwischen Kalk- und Gneißalpen, und zwar stärker gegenüber den Kalk- als den Gneißalpen, da unter letzteren die Minuswerte tiefer sind als unter den Kalkalpen. Für das Längstal der Enns und der Salzach fehlen Messungen; für das Inntal sind aber trotz der wenigen Messungen Andeutungen für ein steileres Abfallen der Minuswerte von den Kalkalpen gegen das Inntal vorhanden.

Die Verbiegungen haben nicht alle dasselbe Alter. Für die Fortdauer dieser Bewegungen an vielen Stellen sprechen die Erdbeben, von denen ich (8) glaube, nachgewiesen zu haben, daß sie in inniger Beziehung besonders zu den Querverbiegungen stehen. Die Bebenherde liegen an den Knotenpunkten (den Schweregefällen) der Ein- und Aufbiegungen. Von den in dieser Arbeit genannten Verbiegungen müssen auf Grund der Verteilung der Großbebenherde als heute noch in Bewegung begriffen angesehen werden: Einbiegung des Inntales bei Telfs (Beben des Mieming), Aufbiegung des Gesäuses (Beben von Admont), Einbiegung der Waidhofener Mulde (Beben von Hieflau), Aufbiegung von Frankenfels (Scheibbser Beben), Aufbiegung im Wienerwald (Neulengbacher Beben), Einbiegung des nördlichen Grazer Beckens (Beben von Fürstenfeld und Hartberg), Einbiegung des Mürztals (Kindberger und Krieglacher Beben), Aufbiegung des Semmering-Wechselgebietes (Beben von Mürzzuschlag und Wechselbeben), Einbiegung des südlichen Wiener Beckens (Beben von Schottwien und Wr.-Neustadt), Aufbiegung der Karpathen am Nordrand des Wiener Beckens (Beben von Jokö), Einbiegung von Sillein (Beben von Sillein), Aufbiegung der Koralpegegend (Beben von Bleiburg und Eisenkappel), Einbiegung der Neusiedlersee—Hansäggegend (Beben von Breitenbrunn und Komorn). In manchen Bebengegenden zeigen die Epizentren auch eine longitudinale Anordnung, z. B. im Ennstal und im Mürztal-Wiener Becken. Es liegt da der Schluß nahe, longitudinale epirogenetische Bewegungen für die Entstehung dieser Beben mitverantwortlich zu machen. Kreuzungspunkte zwischen longitudinalen und transversalen Verbiegungen müssen als besonders labile Zonen betrachtet werden.

Die jungen Verbiegungen können nicht auf mehr oder weniger oberflächliche Bewegungen zurückgeführt werden. Sie kommen im Schwerebild zum Ausdruck und sind an der Erdoberfläche erkennbare Abbildungen von Bewegungen des tieferen Untergrundes, die sich von Zeit zu Zeit in stärkeren Beben äußern.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kossmat (10) hat im Gebiete der tertiären Faltengebirge Europas die Beziehungen zwischen Orogenese und Schwereanomalien zusammenfassend behandelt. Das ursprüngliche Schwerebild ist aber in den Alpen durch jüngere epirogenetische Bewegungen stark beeinflußt und übertönt fast an manchen Stellen das orogenetische Schwerebild. Geht dieser Prozeß weiter, so erhält man schließlich ein Schwerebild ähnlich dem der variskischen Gebirgsrümpfe. Hier sind die ursprünglichen orogenetischen Züge gravimetrisch vollkommen verwischt.

Literatur.

1. Ampferer O., Über die Bohrung von Rum bei Hall. Jahrb. d. Geol. Staatsanst., Bd. LXXI, Wien, 1921.

Born A., Isostasie und Schweremessung. Berlin, 1923.

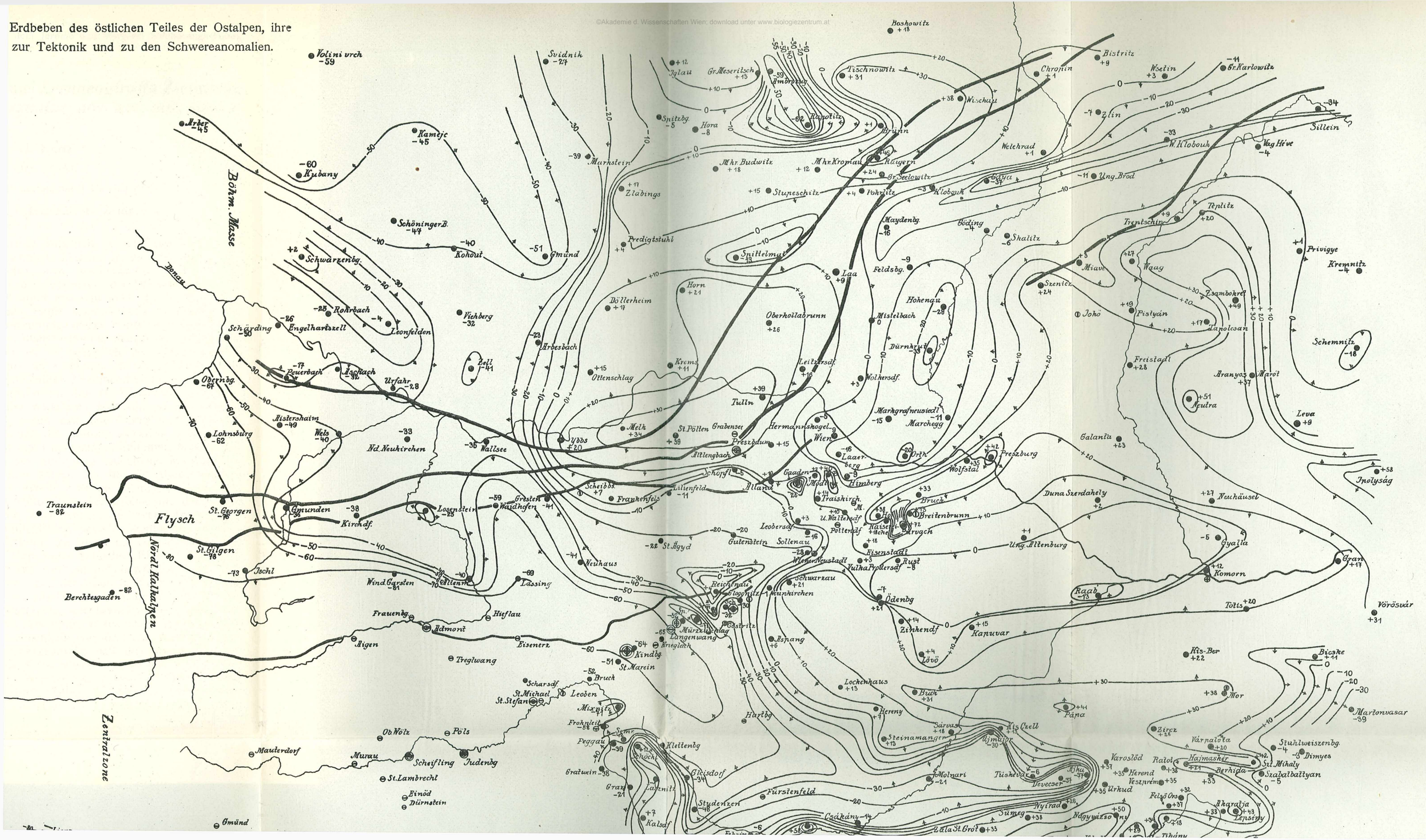
3. Borraß E., Bericht über die relativen Messungen der Schwerkraft, 1808—1909. Verhandl. d. 16. Allgem. Konferenz d. Intern. Erdmessung, III. Teil, 1911.
4. Brückner Ed., Kritik der Diwald'schen Arbeit: Zur Morphologie der Ötscherlandschaft. Mitteil. d. Geogr. Gesellsch., Bd. 65, Wien, 1922.

Hassinger H., Geomorphologische Studien aus dem inneralpinen Becken. Pencks geogr. Abhandlungen, Bd. VIII/3, Wien, 1905.

6. — Beiträge zur Physiogeographie des inneralpinen Wiener Beckens. Bibliothek Geogr. Handbücher, Festband, Albrecht Penck, Stuttgart, 1918.
7. Heim A., Geologie der Schweiz. Bd. II, 2. Hälfte, Leipzig, 1922.
8. Kautsky F., Die Erdbeben in den Ostalpen und ihre Beziehungen zu den Schwereanomalien. Mitteil. d. Erdbebenkomm. d. Akad. d. Wissensch., Nr. 58.
9. Kober L., Bau und Entstehung der Alpen. Berlin, 1923.
10. Kossmat F., Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustand der Erdrinde. Abhandl. d. sächs. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. Kl., Bd. 38, 1921.
11. Machatscheck F., Morph. Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalp. Formenstudien (Leyden), Abteil 1, Heft 4, Berlin, 1922.
12. Petrascheck W., Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrande. Jahrb. d. Geol. Staatsanst., Bd. LXX, Wien. 1921.
13. Slanar H., Geomorphologische Probleme in den östlichen Zentralalpen. Mitteil. d. Geogr. Gesellsch., Bd. 59, Wien, 1916.
14. Sölch J., Das Semmeringproblem. Heiderich, Festschrift, Wien, 1923.
15. Winkler A., Über jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrand der Zentralalpen. Mitteil. d. Geol. Gesellsch. in Wien, Bd. VII, Wien, 1914.
16. — Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliozäns. Jahrb. d. Geol. Staatsanst., Bd. LXXI, Wien, 1921.
17. Götzinger und Vetters, Der Alpenrand zwischen Neulengbach und Kogl. Jahrb. d. Geol. Bundesanst., Bd. LXXIII, Wien, 1923.

Erdbeben des östlichen Teiles der Ostalpen, ihre
zur Tektonik und zu den Schwereanomalien.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


Volinivrch -59
Svidnik -27
Boskowitz +18
Bistritz +9
Chropin +1
Wselin +3
Gr.Karlowitz -11
Tischnowitz +31
Gr.Meseritsch +13
Iglau +12
Ambrosy -59
Wischau +38
Zlin -7
Sillein -34
W.Klobouk -33
Mag.Héve -4
Welehrad +1
Ung.Brod -11
Spitzbg. -5
Hora -8
Brünn
Mhr.Budwitz +18
Mhr.Kromau +12
Rugern +24
Gr.Seelowitz
Stupeschitz +15
Pohritz +4
Klobouk -3
Bojca -37
Markstein -39
Zlabings +17
Predigtstuhl +4
Schöninger B. -47
Kamejc -45
Irbes -45
Kubany -60
Kohout -40
Gmünd -51
Schwarzenbg. +2
Rohrbach -25
Vichberg -32
Donau
Schärding -30
Engelhartszell -26
Leonfelden -4
Obernbg. -64
Feuerbach -17
Ischlach -32
Urfahr -28
Zell -41
Ilsterhaim -49
Lohnsburg -62
Wels -40
Nd.Neukirchen -33
Wallsee -36
Traunstein -82
St.Georgen -76
Gmunden -38
Kirchdf. -36
Losenstein -25
Gresten -59
Waidhofen -41
Scheibbs +7
Frankenfels -11
Lilienfeld
Flysch
St.Gilgen -78
Ischl -73
Wind Garsten -84
Hollenst. -40
Lassing -69
Berchtesgaden -83
Nördl. Kalkalpen
Frauenbg.
Admont
Hieflau
Eisenerz
Aigen
Tregiwang
Kindbg -64
St.Marein -51
Krieglach
Langenwang
Mürzzuschlag -65
Scharsdf
St.Michael
St.Stefan
Bruch -52
Leoben
Mixnitz
Frohnleit -58
Peggau -39
Graßwein -38
Graz -21
Ob.Wölz
Pöls
Mauterdorf
Murau
Scheifling
Judenbg
St.Lambrecht
Binöd
Dürnstein
Zentralzone
Ybbs +20
Melk +34
St.Pölten
Grabensee +39
Tullin +39
Ottenschlag +15
Krems +11
Döllerheim +17
Irbesbach -23
Horn +21
Oberhollabrunn +26
Zellerndf +16
Wolkersdf. +3
Marchegg -11
Marhgrafneusiedl -15
Hermannshogel -9
Wien
Preßburg
Orth +20
Laaerberg -16
Laa +9
Feldsbg. -9
Maydenbg. -16
Stollhelmat -43
Hohenau -28
Mistelbach 0
Dürnkrut -38
Gaaden +12
Mödling +10
Traiskirch. +14
Liesing +26
Hinterbg. +9
Bruck +33
Breitenbrunn +38
Leobersdf +3
Pottendf +16
Gutenstein -20
Sollenau -16
St.Ägyd -22
Neuhaus -41
Eisenstadt +16
Wiener Neustadt +3
Fulha
Poppersdf +3
Rust -8
Schwarzau +21
Neunkirchen
Reichenau -34
Gloggnitz -32
Gastritz -32
Aspang +6
Ödenbg +21
Zinkendf +14
Lövö +4
Kanuvar +15
Lockenhaus +13
Buck +31
Hereny +7
Pápa +44
Sárvar +18
Steinamangen +15
Kis Czell -30
Ujmujor -30
Tüskevar -6
Devecser -31
Ujku -31
Molnari -21
Harbg
Kleinbg
Gleisdorf -34
Studenzen -48
Fürstenfeld -30
Kalsdf +7
Csáktany -14
Sümeg +38
Nyirad +28
Nagyvázsony +50
Zala St.Gróf +33
Varoslöd +51
Herend +35
Veszprém +35
Ürkud +35
Felsö Örs +32
Ikaraija +33
Lenesény +43
Raab -13
Komorn +42
Gran +17
Vörösvár +31
Tötts +20
Kis-Ber +22
Bicske +11
Marlonvasar -39
Mor +38
Zirez +26
Várpalota +20
Stuhlweiszenbg. -4
Dimyes -0
Szt.Mihaly -5
Szabadbattyan -5
Hajmaskér +14
Berhida +33
Ratot +38
Aranyos +37
Maroi
Neutra +51
Leva +9
Inolyság +58
Neuhäusel +27
Duna Szerdahely +2
Gyalla -5
Ung.Altenburg +1
Galanta +23
Preßburg +42
Wolfstal +35
Bruck +33
Breitenbrunn +38
Trencsin +9
Teplitz +20
Privigye +1
Kremnitz -4
Miave +5
Haag +17
Szenicz +24
Johö
Pistyan +19
Zsambokret +49
Tanolcsan +17
Schemnitz -18
Freistadl +28
Eperies +30
Zsambokret +49
Tanolcsan +17
Pistyan +19
Johö
Haag +17
Miave +5
Szenicz +24
Teplitz +20
Trencsin +9
Privigye +1
Kremnitz -4
Schemnitz -18
Freistadl +28
Aranyos +37
Maroi
Neutra +51
Leva +9
Inolyság +58
Neuhäusel +27
Duna Szerdahely +2
Gyalla -5
Ung.Altenburg +1
Galanta +23
Preßburg +42
Wolfstal +35
Bruck +33
Breitenbrunn +38
Trencsin +9
Teplitz +20